

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003084064 A**

(43) Date of publication of application: **19.03.03**

(51) Int. Cl.

G01S 17/93
B60R 1/00
B60R 21/00
G01B 11/00
G08G 1/16
H04N 7/18

(21) Application number: **2001276321**

(22) Date of filing: **12.09.01**

(71) Applicant: **DAIHATSU MOTOR CO LTD**

(72) Inventor: **YAMADA KENICHI**
TAKIZAWA HITOOMI

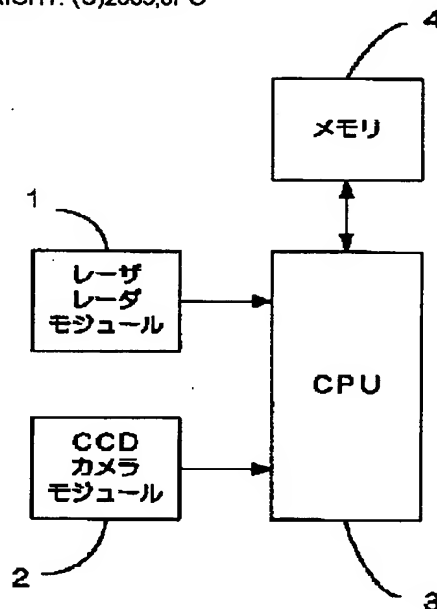
(54) **DEVICE AND METHOD FOR RECOGNIZING
VEHICLE IN FRONT SIDE**

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate reflection from a vehicle other than a vehicle in a front side, a road side matter and the like to conduct highly precise recognition, by integrating vehicle recognition by an image sensor, when the vehicle is recognized using a laser radar.

SOLUTION: A vehicle point proposal group is coordinate-transformed into a camera coordinate system of a CCD camera, by a CPU 3, using as the vehicle point proposal group a reflection point group existing within a spreading range of a substantial vehicle width in a position of a substantial equal distance, based on positions of respective reflection points specified by a laser radar module 1, so as to be collated with an extracted rectangular area extracted by a camera module 2, and the vehicle point proposal group is judged as the vehicle in the front side when the vehicle point proposal group after coordinate-transformed is substantially consistent with the rectangular area, by the computer 3.



(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2003-84064

(P 2003-84064 A)

(43) 公開日 平成15年3月19日(2003. 3. 19)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 S 17/93		B 6 0 R 1/00	A 2F065
B 6 0 R 1/00		21/00	6 2 4 B 5C054
21/00	6 2 4		6 2 4 C 5H180
			6 2 4 D 5J084
		G 0 1 B 11/00	H
審査請求	未請求	請求項の数 8	OL (全 1 1 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-276321 (P2001-276321)

(22) 出願日 平成13年9月12日 (2001. 9. 12)

(71) 出願人 000002967

ダイハツ工業株式会社

大阪府池田市ダイハツ町1番1号

(72) 発明者 山田 憲一

大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ
工業株式会社内

(72) 発明者 滝澤 仁臣

大阪府池田市桃園2丁目1番1号 ダイハツ
工業株式会社内

(74) 代理人 100105980

弁理士 梁瀬 右司 (外1名)

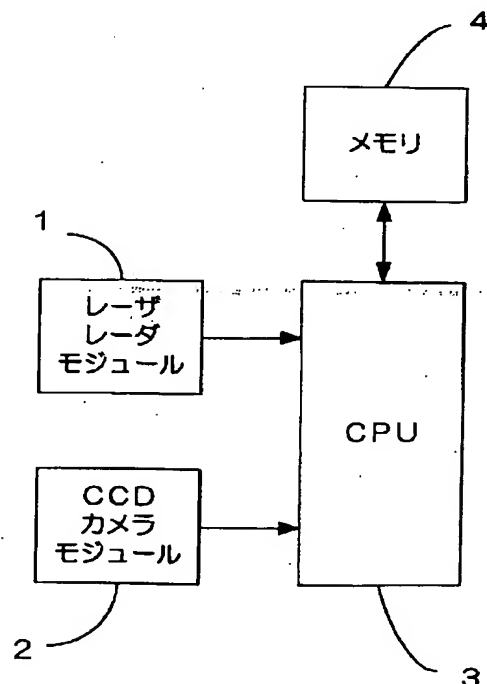
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 前方車両の認識装置及び認識方法

(57) 【要約】

【課題】 レーザレーダを用いて車両認識を行う場合に、画像センサによる車両認識を融合することで、前方車両以外の車両や路側物等からの反射を排除して、精度の高い認識を行うことができるようにする。

【解決手段】 レーザレーダモジュール1により特定された各反射点の位置に基づき、CPU 3により、ほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する反射点群を車両候補点群とし、この車両候補点群をCCDカメラのカメラ座標系に座標変換してカメラモジュール2により抽出される矩形領域と照合し、CPU 3により、座標変換後の車両候補点群が矩形領域とほぼ一致すれば、その車両候補点群を前方車両と判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自車の前方を走行する車両を認識する前方車両の認識装置において、

自車前方にレーザ光を水平方向にスキャンしつつ照射すると共に反射点からの反射光を受光し複数個の前記反射点の位置を特定するレーザレーダと、
自車前方を撮像する画像センサと、
前記画像センサによる撮像画像から前方車両の後端面画像を含む所定の矩形領域を抽出する画像処理部と、
前記レーザレーダにより特定された前記各反射点の位置と前記画像処理部による前記矩形領域とを照合し前記矩形領域に対応する位置の前記反射点を前方車両上の反射点と判断して前方車両を認識する認識部とを備えていることを特徴とする前方車両の認識装置。

【請求項 2】 前記認識部が、
前記レーザレーダにより特定された前記各反射点の位置に基づきほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する前記反射点群を車両候補点群とし、この車両候補点群を前記画像センサの座標系に座標変換して前記矩形領域と照合する照合部と、
座標変換後の前記車両候補点群が前記矩形領域とほぼ一致するときにその車両候補点群を前方車両と判断する統合部とを備えていることを特徴とする請求項 1 に記載の前方車両の認識装置。

【請求項 3】 前記統合部が、前方車両と判断した前記車両候補点群についてカルマンフィルタによる動き予測を行い、前記照合部による次の照合処理に利用することを特徴とする請求項 2 に記載の前方車両の認識装置。

【請求項 4】 前記画像処理部が、
前記画像センサによる撮像画像に対して所定の注視領域を設定しその注視領域における各画素の濃淡から X 方向へのエッジヒストグラム、これに直交する Y 方向へのエッジヒストグラム、及び両方向へのエッジヒストグラムの積を演算してその極大点を導出することで車両候補としての前記矩形領域を抽出することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の前方車両の認識装置。

【請求項 5】 自車の前方を走行する車両を認識する前方車両の認識方法において、

レーザレーダにより、自車前方にレーザ光を水平方向にスキャンしつつ照射すると共に反射点からの反射光を受光し複数個の前記反射点の位置を特定する工程と、
画像センサにより、自車前方を撮像して得られる撮像画像から前方車両の後端面画像を含む所定の矩形領域を抽出する工程と、

前記レーザレーダにより特定された前記各反射点の位置と前記矩形領域とを照合する工程と、
前記矩形領域に対応する位置の前記反射点を前方車両上の反射点と判断して前方車両を認識する工程とを含むことを特徴とする前方車両の認識方法。

【請求項 6】 前記レーザレーダにより特定された前記

各反射点の位置に基づきほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する前記反射点群を車両候補点群とし、この車両候補点群を前記画像センサの座標系に座標変換して前記矩形領域と照合する工程と、
座標変換後の前記車両候補点群が前記矩形領域とほぼ一致するときにその車両候補点群を前方車両と判断する工程とを含むことを特徴とする請求項 5 に記載の前方車両の認識方法。

【請求項 7】 前方車両と判断した前記車両候補点群についてカルマンフィルタによる動き予測を行い、前記照合部による次の照合処理に利用する工程を含むことを特徴とする請求項 6 に記載の前方車両の認識方法。

【請求項 8】 前記画像センサによる撮像画像に対して所定の注視領域を設定しその注視領域における各画素の濃淡から X 方向へのエッジヒストグラム、これに直交する Y 方向へのエッジヒストグラム、及び両方向へのエッジヒストグラムの積を演算してその極大点を導出することで車両候補としての前記矩形領域を抽出する工程を含むことを特徴とする請求項 5 ないし 7 のいずれかに記載の前方車両の認識方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、自車の前方を走行する車両を認識する前方車両の認識装置及び認識方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、例えば高速道路における追従走行機能や操舵アシスト機能といった、より高度でより快適な運転支援システムを搭載した車両が提案され、そのひとつにスキャンレーザレーダを用いて自車前方の車両を認識する認識装置がある。

【0003】この種スキャンレーザレーダを用いた従来の認識装置では、レーザ光を照射してから反射光を観測するまでの時間を計測することで、反射点までの距離を検出でき、スキャニング機構を設けることにより、10 度の水平視野を確保し、遠距離の車両であれば、図 11 に示すように車両後端面の両端に装備されているリフレクタ（反射板）からの反射が 2 点観測され、中近距離であれば車両のボディからの反射も多数観測できるため、反射点の数は 3 点以上の多数に及ぶ。図 11 (a) は自車に搭載したレーザレーダからレーザ光を照射する様子を表わし、同図 (b) 中の●は反射点を示しており、図中の ZR は自車の進行方向、XR はこれに直交する方向である。

【0004】ところが、この場合、車体の同じ部位から一定して反射があるわけではなく、車両の向き、形状、位置関係等で時々刻々反射位置が変化し、分布も一様ではない。

【0005】そこで、得られた反射点群に対してファジィ手法等によるクラスタリングをすることで先行車両を

認識する手法が提案されている。その具体例として、自動車技術会学術講演会前刷集9.31, No. 9301719, pp53-56 (1993-5) (「レーザレーダによる先行車認識アルゴリズム開発」) に記載の手法、或いは、本件出願人の出願にかかる特開平6-309600号公報に記載の手法等がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これら従来の手法は、高速道路のように車両どうしの間隔や車両と路側構造物との間隔が広い場合にはほとんど問題はないが、これを一般道路に拡張しようとするとき次のような課題が生じる。つまり、第1の課題として、前方車両の近傍の走行車両または駐停車車両からの反射を、前方車両からの反射に含めて処理してしまい、前方車両の距離計測値に誤差が生じる、第2の課題として、路側物からの反射を、前方車両からの反射に含めて処理してしまい、前方車両の距離計測値に誤差が生じる、第3の課題として、一般的にレーダの水平視野は狭いため、近距離での割り込み車両等の検出が遅れるという課題がある。

【0007】また、レーザレーダの場合、車両が存在しないときに、ガードレールの反射板や看板等の路側構造物からの反射も観測され、これらを駐停車車両や前方車両として誤認識したり、隣接車線を走行する前方車両を観測車と同じ車線を走行する車両と判定したり、路面の水を前方車両がはね上げることでレーザ光が減衰し、前方車両を認識できなくなったりするが、これらはレーザレーダ特有の課題や、その他の非常に高度な認識処理を要する課題であって、今回、本発明が解決しようとする課題ではない。

【0008】そこで、本発明は、レーザレーダを用いて車両認識を行う場合に、画像センサによる車両認識を融合することで、前方車両以外の車両や路側物等からの反射を排除して、精度の高い認識を行うことができるようにすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明にかかる前方車両の認識装置は、自車前方にレーザ光を水平方向にスキャンしつつ照射すると共に反射点からの反射光を受光し複数個の前記反射点の位置を特定するレーザレーダと、自車前方を撮像する画像センサと、前記画像センサによる撮像画像から前方車両の後端面画像を含む所定の矩形領域を抽出する画像処理部と、前記レーザレーダにより特定された前記各反射点の位置と前記画像処理部による前記矩形領域とを照合し前記矩形領域に対応する位置の前記反射点を前方車両上の反射点と判断して前方車両を認識する認識部とを備えていることを特徴としている。

【0010】このような構成によれば、レーザレーダにより特定された各反射点の位置と、画像処理部による矩形領域とが照合され、矩形領域に対応する位置の反射点

が前方車両上の反射点と判断される。このとき、レーザレーダは距離測定に優れ、画像センサは車両とそれ以外を精度よく識別できるため、画像センサによる車両認識を、レーザレーダによる車両認識に融合することにより、従来のように前方車両以外の車両や路側物等からの反射を前方車両からの反射に含めてしまうことを防止でき、前方車両を高精度に認識することができる。

【0011】また、本発明にかかる前方車両の認識装置は、前記認識部が、前記レーザレーダにより特定された前記各反射点の位置に基づきほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する前記反射点群を車両候補点群とし、この車両候補点群を前記画像センサの座標系に座標変換して前記矩形領域と照合する照合部と、座標変換後の前記車両候補点群が前記矩形領域とほぼ一致するときにその車両候補点群を前方車両と判断する統合部とを備えていることを特徴としている。

【0012】このような構成によれば、照合部により、レーザレーダにより特定された各反射点の位置に基づき、ほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する反射点群が車両候補点群とされ、この車両候補点群が画像センサの座標系に座標変換されて矩形領域と照合され、統合部により、座標変換後の車両候補点群が矩形領域とほぼ一致するときにその車両候補点群が前方車両と判断される。そのため、従来のように前方車両以外の車両や路側物等からの反射を前方車両からの反射に含めてしまうのを確実に防止することで、前方車両の認識精度の向上に寄与することができる。

【0013】また、本発明にかかる前方車両の認識装置は、前記統合部が、前方車両と判断した前記車両候補点群についてカルマンフィルタによる動き予測を行い、前記照合部による次の照合処理に利用することを特徴としている。

【0014】このような構成によれば、前方車両と判断した車両候補点群の動きを予測して次の照合処理に利用するため、より精度の高い車両認識を実現することができる。

【0015】また、本発明にかかる前方車両の認識装置は、前記画像処理部が、前記画像センサによる撮像画像に対して所定の注視領域を設定しその注視領域における各画素の濃淡からX方向へのエッジヒストグラム、これに直交するY方向へのエッジヒストグラム、及び両方向へのエッジヒストグラムの積を演算してその極大点を導出することで車両候補としての前記矩形領域を抽出することを特徴としている。

【0016】このような構成によれば、エッジヒストグラムから車両候補としての矩形領域を抽出するときに、車両以外を確実に排除することができ、車両候補としての矩形領域を精度よく抽出することができる。

【0017】また、本発明にかかる前方車両の認識方法は、レーザレーダにより、自車前方にレーザ光を水平方

向にスキャンしつつ照射すると共に反射点からの反射光を受光し複数個の前記反射点の位置を特定する工程と、画像センサにより、自車前方を撮像して得られる撮像画像から前方車両の後端面画像を含む所定の矩形領域を抽出する工程と、前記レーザレーダにより特定された前記各反射点の位置と前記矩形領域とを照合する工程と、前記矩形領域に対応する位置の前記反射点を前方車両上の反射点と判断して前方車両を認識する工程とを含むことを特徴としている。

【0018】このような構成によれば、画像センサによる車両認識を、レーザレーダによる車両認識に融合するため、従来のように前方車両以外の車両や路側物等からの反射を前方車両からの反射に含めてしまうことを防止でき、前方車両を高精度に認識することができる。

【0019】また、本発明にかかる前方車両の認識方法は、前記レーザレーダにより特定された前記各反射点の位置に基づきほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する前記反射点群を車両候補点群とし、この車両候補点群を前記画像センサの座標系に座標変換して前記矩形領域と照合する工程と、座標変換後の前記車両候補点群が前記矩形領域とほぼ一致するときにその車両候補点群を前方車両と判断する工程とを含むことを特徴としている。

【0020】このような構成によれば、レーザレーダにより特定された各反射点の位置に基づき、ほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する反射点群が車両候補点群とされ、この車両候補点群が画像センサの座標系に座標変換されて矩形領域と照合され、座標変換後の車両候補点群が矩形領域とほぼ一致するときにその車両候補点群が前方車両と判断されるため、従来のように前方車両以外の車両や路側物等からの反射を前方車両からの反射に含めてしまうのを確実に防止することで、前方車両の認識精度の向上に寄与することができる。

【0021】また、本発明にかかる前方車両の認識方法は、前方車両と判断した前記車両候補点群についてカルマンフィルタによる動き予測を行い、前記照合部による次の照合処理に利用する工程を含むことを特徴としている。

【0022】このような構成によれば、前方車両と判断した車両候補点群の動きを予測して次の照合処理に利用するため、より精度の高い車両認識を実現することができる。

【0023】また、本発明にかかる前方車両の認識方法は、前記画像センサによる撮像画像に対して所定の注視領域を設定しその注視領域における各画素の濃淡からX方向へのエッジヒストグラム、これに直交するY方向へのエッジヒストグラム、及び両方向へのエッジヒストグラムの積を演算してその極大点を導出することで車両候補としての前記矩形領域を抽出する工程を含むことを特

徴としている。

【0024】このような構成によれば、エッジヒストグラムから車両候補としての矩形領域を抽出するときに、車両以外を確実に排除することができ、車両候補としての矩形領域を精度よく抽出することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】この発明の一実施形態について図1ないし図10を参照して説明する。但し、図1はブロック図、図2ないし図10は動作説明図である。

【0026】図1に示すように、スキャンレーザレーダ、そのスキャン機構及び受光器から成るレーザレーダモジュール1、及び、画像センサである単眼CCDカメラから成る画像処理部としてのCCDカメラモジュール2が自車に搭載され、レーザレーダモジュール1により、自車前方にレーザ光が水平方向にスキャンされつつ照射され、反射点からの反射光が受光されて複数個の反射点の位置が特定され、カメラモジュール2により自車の前方が撮像され、レーザレーダモジュール1により特定された反射点データ、及び、カメラモジュール2により得られた撮像画像がCPU3によりRAM等から成るメモリ4に保存される。このとき、他のメモリを設け、レーザレーダモジュール1によるデータと、カメラモジュール2によるデータを各々異なるメモリに保存してもよい。

【0027】このとき、レーザレーダモジュール1及びカメラモジュール2の座標系の関係は、例えば図2に示すように設定する。つまり、図2に示すように、カメラ座標系は、レンズ中心を原点としてカメラ光軸をZ軸にとり、画像面上でのx軸、y軸に平行にX軸、Y軸をとる。ここで、焦点距離fは既知である。

【0028】また、レーザレーダ座標系は、受光器を原点、レーザ光軸をZR軸にとり、鉛直方向にYR軸、水平方向にXR軸を設定する。XR YR ZR座標系からXYZ座標系へは、回転ベクトル ω 、並進ベクトルTの合成行列 ωT によって変換可能であり、後述するように、本発明ではレーザレーダモジュール1により特定される反射点の座標をカメラ座標に変換して照合する。但し、合成行列 ωT は予めキャリブレーションを行っており、既知である。

【0029】ところで、レーザレーダモジュール1は、自車の前方にレーザ光を照射し、その際スキャン機構により所定角度（例えば 0.1° ）ずつレーザ光が水平方向にスキャンされ、自車前方の対象物からの反射光が受光器により受光されてレーザ光の照射から反射光の受光までの時間から、自車と同一車線を走行する先行車との車間距離が検出されるようになっている。このような1回の車間距離の検出処理に要する時間は、約100ms程度の短い時間であり、この検出動作が一定時間毎に繰り返される。

【0030】そして、このような動作によりレーザレー

ダモジュール 1 により対象物上の複数の反射点が特定されると、その特定された各反射点の位置に基づきほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する反射点群が車両候補点群とされるが、このとき、前述の特開平 6-309600 号公報にも記載されているように、自車と車両候補点群との距離の変化から自車に対する車両候補点群の相対速度を導出し、導出した相対速度が所定値よりも大きいときには、自車速度と先行車両候補の相対速度との差、自車に対する先行車両候補の車幅方向の位置ずれ量などの関数である適合度関数を用いて先行車両であることを確かさを表わす確信度を演算すると共に、レーザ光の走査方向及び自車の進行方向を座標軸とする座標系における車両候補点群の座標と相対速度を算出するごとに確信度の演算を繰り返し、確信度と基準値との差を累積加算してその加算合計値が他の基準値より大きいとか否かを判断し、小さいときにその車両候補点群が同一レーン上を走行中と判断し、大きいときに同一レーン上にないと判断するとよい。

【0031】一方、カメラモジュール 2 により、図 3 に示すように、撮像画像に対して水平方向に長い矩形の垂直注視領域 V-ROI を設定し、垂直注視領域 V-ROI の濃度を垂直方向に投影して垂直線分を抽出し、その中で対称性を示す極大点の組を選び、それを車両の両端候補とする。更に、極大点の組の中央に位置する座標に水平注視領域 H-ROI を設定し、同様にして水平線分を抽出し、多数観測されれば車両候補である矩形領域とする。図 4 は、垂直注視領域 V-ROI におけるエッジ濃度投影値の時系列画像を示しており、ほぼ等間隔で対照的な濃度の曲線が車両の両端に相当している。

【0032】ところが、この場合、垂直注視領域 V-ROI は 1 つ設定すればよいが、水平注視領域 H-ROI は車両候補数だけ設定しなければならず、垂直注視領域 V-ROI での極大点が増えると組み合わせは極めて多くなることから、本発明では次のような改良を加えている。即ち、図 5 に示すように、水平方向に長い垂直注視領域 V-ROI の大きさを適切に設定すると、水平エッジ成分は垂直注視領域 V-ROI の中にも多数含むことができるため、垂直注視領域 V-ROI 内で水平エッジ成分を投影することで、水平成分の総量を検出して演算処理の高速化を図ることができる。

【0033】そして、カメラモジュール 2 により、図 5 に示すように、撮像画像に対して所定の大きさの垂直注視領域 V-ROI が設定され、この垂直注視領域 V-ROI における画素の濃淡から、X 方向（水平方向）へのエッジヒストグラム $E H x$ 、これに直交する Y 方向（垂直方向）へのエッジヒストグラム $E H y$ 、及び両方向へのエッジヒストグラムの積 $E H x y$ が演算される。

【0034】図 5 について説明すると、図 5 中の (i) は参考のためレーダの反射を画像上に透視変換して表示したもので、高さが反射強度を表わしており、(ii) は画像

処理のために設定された注視領域 V-ROI であり、(iii) はこの注視領域 V-ROI 内で垂直エッジ成分を垂直方向に加算（投影）した値（エッジヒストグラム $E H y$ ）を示し、(iv) は同様に注視領域 V-ROI 内で水平エッジ成分を垂直方向に加算した値（エッジヒストグラム $E H x$ ）を示し、参考のため (ix), (x) に注視領域 V-ROI の垂直エッジ画像、水平エッジ画像を示している。

【0035】更に、図 5 中の (v) は (iii) と (iv) の結果の積（エッジヒストグラム $E H x y$ ）をとったもので、車両の両端のように多くの水平エッジと垂直エッジが交差する位置ほど高い値となる。また、(vi) は極大点を検索しやすくするために (v) を平滑化したものであり、(viii) はその極大点の位置を示している。

【0036】このとき、車両のリアガラスやリアバンパ付近は Y 方向エッジ成分を多く含むので、車両の後端面については Y 方向へのエッジヒストグラム $E H y$ が大きな値となるのに対し、電柱や街灯の柱、ガードレール等の道路構造物の場合、X 方向へのエッジヒストグラム $E H x$ は大きくなるが Y 方向へのエッジヒストグラム $E H y$ は小さい値となる。そのため、X 方向へのエッジヒストグラム $E H x$ と Y 方向へのエッジヒストグラム $E H y$ とを積算することで、車両後端面以外のエッジヒストグラムの極大点をある程度抑制することができ、逆に車両後端面のエッジヒストグラムの極大点を強調することができる。

【0037】従って、前フレームでの車両認識位置を基に計算した現フレームでの車両予測位置から、優先的にエッジヒストグラムの積 $E H x y$ の極大点 ($x L$, $x R$) を車両後端位置候補ペアとして切り出していき、区間 ($x L$, $x R$) で所定のしきい値以上の Y 方向エッジ $E y$ を水平方向にカウントしたエッジヒストグラム $E V y$ を作成し、この $E V y$ 中の極大点で車間距離と推定車幅を考慮した車両上（下）端の近さの程度から車両上下端候補 ($y U$, $y D$) を求める。こうすると、道路勾配変化による車両上下位置ずれに、ある程度対応することができる。この 4 点で定まる矩形が車両候補である。このようにして車両候補としての矩形領域が抽出される。

【0038】そして、CPU 3 により、レーザレーダモジュール 1 による車両候補点群がカメラモジュール 2 のカメラ座標系に座標変換して矩形領域と照合され、座標変換後の車両候補点群が矩形領域とほぼ一致するときには、その車両候補点群が前方車両であると判断され、一致しないときにはその車両候補点群が前方車両でないと判断される。このような CPU 3 による照合処理が照合部に相当し、CPU 3 による判断処理が統合部に相当し、更に、CPU 3 によるこれらの処理が本発明における認識部に相当する。

【0039】この CPU 3 の照合処理を概念的に表わすと、図 6 に示すようになり、レーザレーダモジュール 1 による全反射点について、カメラ座標系に設定されるウ

インドウ内に車両と非車両の反射点がある場合、同図 (a) に示すように、例えば i 番目の車両に相当すると判断されていれば、その反射点は正規のラベル i にラベリングされ、画像上に車両がなければそれらの反射点は削除される。また、画像座標系に設定されるウィンドウ内に存在する複数の正規ラベルが存在する場合には、同図 (b) に示すように、同じ検索ウィンドウ内にあっても別車両として分離されるのである。

【0040】こうして、図7に示すようなレーザレーダとカメラによる車両認識の融合システムにより、前方車両以外の車両や路側物等からの反射を排除して、精度の高い認識を行うことが可能になる。このとき、統合部に相当するCPU3の機能として、前方車両とそれ以外の路側構造物の位置情報を管理すると共に、レーザレーダモジュール1またはカメラモジュール2の処理結果を観測値とするカルマンフィルタを用いた位置座標の推定を行い、次の照合処理に利用するようになっている。

【0041】例えば、図8 (a) に示すように、(i) はある時刻 $t = t_1$ の入力画像であり、(ii) は画像による認識結果で車両両端の位置を示しており、横軸は x 座標、縦軸は時間である。(iii) はレーダの反射点を画像座標系に投影し、時系列画像として表現したもので、(iv) はCPU3により画像の認識結果とレーダの反射点とを照合してラベリングした結果であり、同図 (b) は同図 (a) の (iii) の中で示した時刻 $t = t_0$ 、 $t = t_1$ で観測された代表的な反射点マップである。

【0042】この図8から、前方車両だけが明るくラベリングされて車両以外と分離され、従来の技術で説明した第1の課題である前方車両の近傍の走行車両または駐車車両からの反射を前方車両からの反射に含めて処理してしまうのを防止できていることがわかる。

【0043】次に、図9は前方車両が反射の多い路側物付近を通過するシーンであり、図9 (a) に示すように、(i) はある時刻 $t = t_3$ の入力画像で、(ii) ~ (iv) は図8 (a) の (ii) ~ (iv) と同様であり、同図 (b) は同図 (a) の (iii) の中で示した時刻 $t = t_2$ 、 $t = t_3$ で観測された代表的な反射点マップである。そして、レーザレーダ単独の場合は、近傍の路側物に認識結果が引けられることが多いが、図9に示すように、画像との照合によって路側物を除去することができ、図9から、従来の技術で説明した第2の課題である路側物からの反射を前方車両からの反射に含めて処理してしまうのを防止できていることがわかる。

【0044】更に、図10はレーダ検知範囲から追い越しがある状況に対する認識結果を示し、時刻 $t = t_4$ においては画像のみが隣接車線からの追い越し車両を認識しており、レーダ単独では $t = t_5$ になってようやく追い越し車両の両端を検出することになる。

【0045】この区間は車両からのレーダの反射が部分的であるため、画像で認識した車両と照合の結果が一致

すれば、この車両の距離情報として使用することが可能で、従ってレーダ単独よりも早い時期に追い越し車両座標を認識することができ、図10から、従来の技術で説明した第3の課題である近距離での割り込み車両を早期に検出できていることがわかる。

【0046】このように、上記した実施形態によれば、レーザレーダモジュール1により特定された各反射点の位置と、カメラモジュール2による矩形領域とがCPU3により照合され、矩形領域に対応する位置の反射点が前方車両上の反射点と判断されるため、距離測定に優れるレーザレーダと、車両とそれ以外を精度よく識別できるCCDカメラの特性を利用し、CCDカメラによる車両認識を、レーザレーダによる車両認識に融合することにより、従来のように前方車両以外の車両や路側物等からの反射を前方車両からの反射に含めてしまうことを防止でき、前方車両を高精度に認識することができる。

【0047】なお、上記した実施形態では、画像センサとして単眼CCDカメラを用いた場合について説明したが、画像センサは上記した単眼CCDカメラに限定されるものでないというまでもない。

【0048】また、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。

【0049】

【発明の効果】以上のように、請求項1、5に記載の発明によれば、レーザレーダは距離測定に優れ、画像センサは車両とそれ以外を精度よく識別できるため、画像センサによる車両認識を、レーザレーダによる車両認識に融合することにより、従来のように前方車両以外の車両や路側物等からの反射を前方車両からの反射に含めてしまうことを防止でき、前方車両を高精度に認識することが可能になり、より高度でより快適な運転支援システムの提供が可能になる。

【0050】また、請求項2、6に記載の発明によれば、レーザレーダにより特定された各反射点の位置に基づき、ほぼ等距離の位置にほぼ車両幅の広がり範囲内に存在する反射点群が車両候補点群とされ、この車両候補点群が画像センサの座標系に座標変換されて矩形領域と照合され、座標変換後の車両候補点群が矩形領域とほぼ一致するときにその車両候補点群が前方車両と判断されるため、従来のように前方車両以外の車両や路側物等からの反射を前方車両からの反射に含めてしまうのを確実に防止することで、前方車両の認識精度の向上に寄与することが可能になる。

【0051】また、請求項3、7に記載の発明によれば、前方車両と判断した車両候補点群の動きを予測して次の照合処理に利用するため、より精度の高い車両認識を実現することが可能になる。

【0052】また、請求項4、8に記載の発明によれば、

ば、エッジヒストグラムから車両候補としての矩形領域を抽出するときに、車両以外を確実に排除することができ、車両候補としての矩形領域を精度よく抽出することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一実施形態のブロック図である。

【図 2】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 3】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 4】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 5】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 6】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 7】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 8】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 9】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

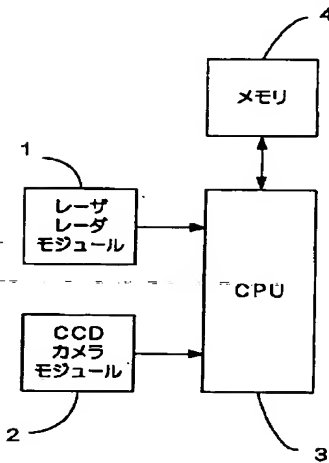
【図 10】 この発明の一実施形態の動作説明図である。

【図 11】 この発明の背景となるスキャンレーザレーダによる車両認識の動作説明図である。

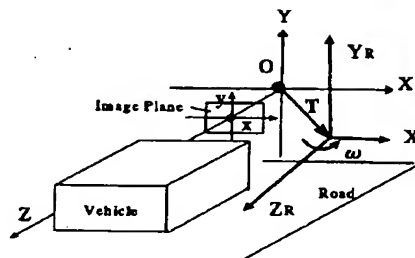
【符号の説明】

- 1 レーザレーダモジュール
- 2 CCDカメラモジュール (画像処理部)
- 10 3 CPU (照合部、統合部、認識部)

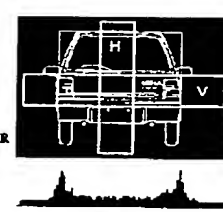
【図 1】



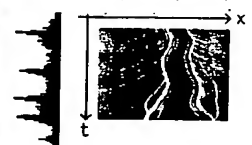
【図 2】



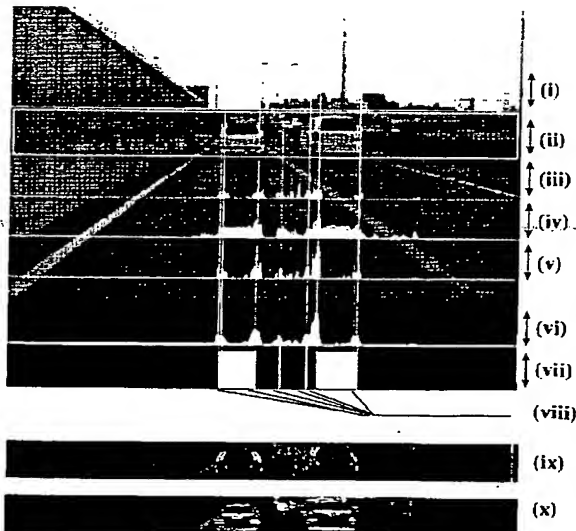
【図 3】



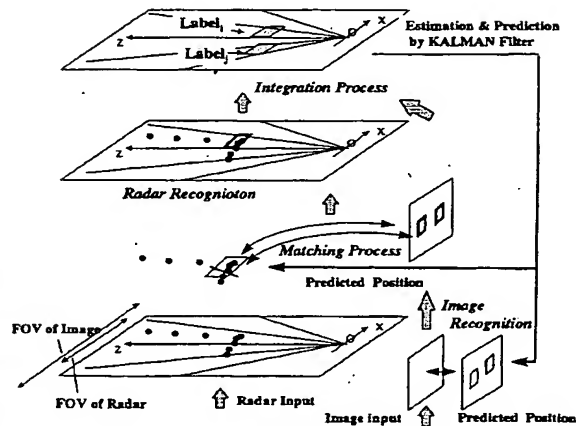
【図 4】



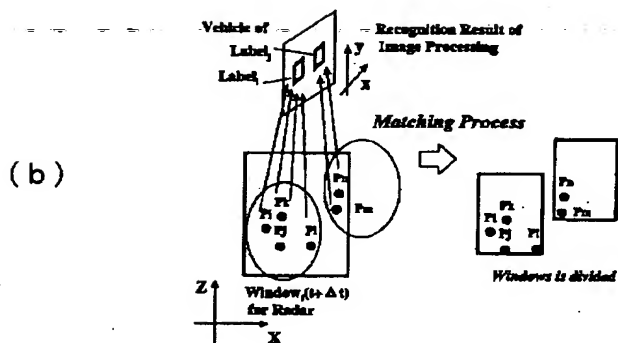
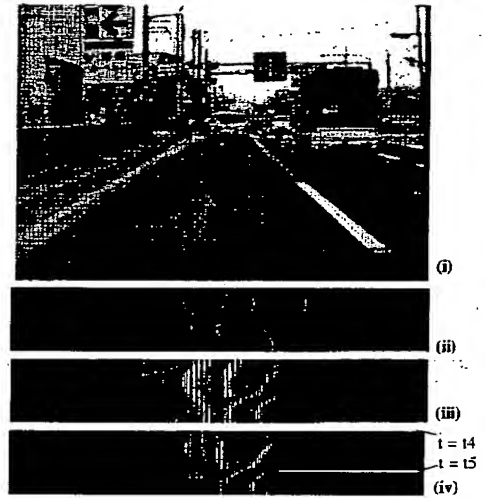
【図 5】



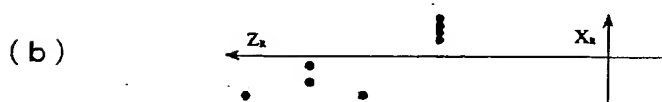
【図 7】



【図 10】



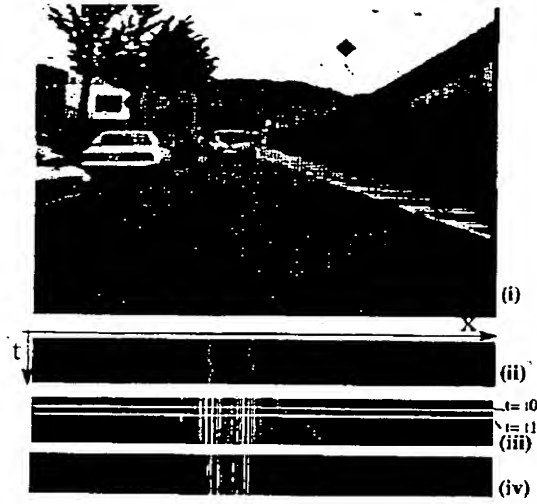
【図 1 1】



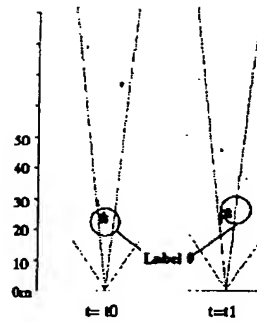
Best Available Copy

【図 8】

(a)



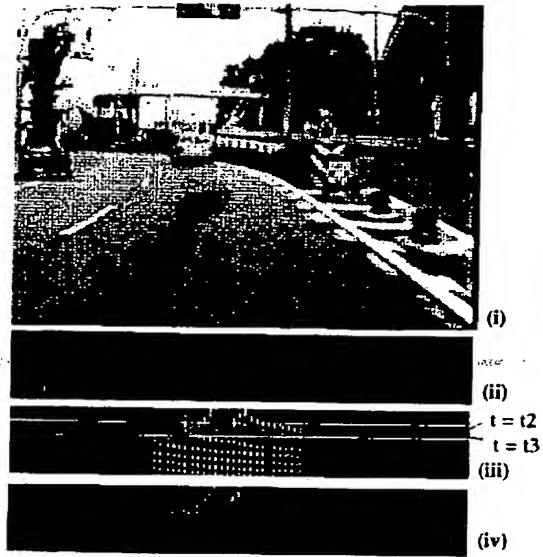
(b)



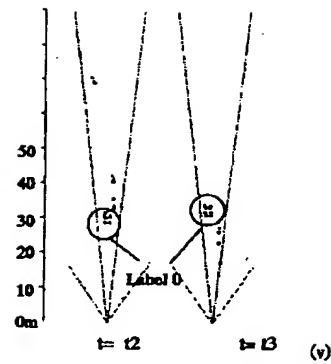
Best Available Copy

【図9】

(a)



(b)



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード(参考)

G 0 1 B 11/00

G 0 8 G 1/16

C

G 0 8 G 1/16

H 0 4 N 7/18

J

H 0 4 N 7/18

G 0 1 S 17/88

K

A

Best Available Copy

F ターム(参考) 2F065 AA01 AA12 BB05 BB15 CC11
FF04 JJ03 JJ26 QQ00 QQ24
QQ27 QQ29 QQ33 QQ36 QQ38
QQ43 QQ45 QQ51
5C054 AA01 AA04 CC02 FC12 HA30
5H180 AA01 CC04 CC14 LL01 LL04
5J084 AA04 AA05 AA07 AD01 BA49
DA01 DA09 EA04 EA22